

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Dr Jesús Soria Ruiz

DIAGNÓSTICO DE LA ACUACULTURA EN EL ESTADO DE MÉXICO

Folleto Informativo No. 1

Noviembre de 2006

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Centro
Laboratorio de Geomática
Zinacantepec, Estado de México

DIAGNÓSTICO DE LA ACUACULTURA EN EL ESTADO DE MÉXICO

Folleto informativo No.1, Noviembre de 2006

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Laboratorio de Geomática
Zinacantepec, Estado de México

Folleto informativo producido por el Laboratorio de Geomática del
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Diagnostico de la Acuicultura en el Estado de México.

©2006, INIFAP

Prohibida la reproducción total o parcial de la información contenida en este folleto. Se autorizan citas en comentarios y artículos periodísticos, bibliográficos, radiofónicos y televisivos dando el debido crédito a los autores.

Impreso en México
Printed in Mexico

ISBN: 970-43-0156-1

CONTENIDO

Capítulo	Página
1. Introducción	5
2. Importancia de la Acuicultura	6
3. Problemática Actual	7
4. Antecedentes	9
La Acuicultura en México	10
La Acuicultura en el Estado de México	12
5. Aspectos técnicos	14
Ubicación geográfica y clima del Estado de México	14
El proyecto SICAEM	18
Resultados del proyecto SICAEM	23
• Aspectos económicos y financieros de las granjas acuícolas	24
6. Comentarios Finales	35
7. Literatura consultada	37

DIAGNÓSTICO DE LA ACUACULTURA EN EL ESTADO DE MÉXICO

Dr. Jesús Soría Ruiz

1. Introducción

Dentro del sector de producción de alimentos, la acuicultura tiene la tasa más alta de crecimiento, por lo que su contribución a la producción pesquera está en ascenso y la mayor parte de este sistema se lleva a cabo en los países en desarrollo; siendo la mayoría de los cultivos de agua dulce (Martínez-Espinoza, 1999; Sheperd y Bromage, 1999).

La acuicultura es una actividad humana destinada a la producción de especies acuáticas bajo condiciones de confinamiento de las especies, y se efectúa mediante la aplicación de métodos y técnicas de cultivo, con un control adecuado para procurar el óptimo rendimiento de los mismos (Cifuentes *et al.*, 1997).

Esta forma de producción representa un fenómeno productivo a través del cual se han podido resolver algunos problemas de ocupación de la población, al mismo tiempo que a través de ella se han desarrollado costumbres, hábitos de vida, relaciones entre grupos y una dependencia de este recurso como una valiosa fuente de alimento. Aunque al promover esta actividad, también se debe considerar que existe cierta responsabilidad por los recursos usados, así como los posibles impactos que se pueden ocasionar al ambiente y a las comunidades locales.

El Estado de México cuenta con un gran aporte de recurso hídrico para el desarrollo de la acuicultura, ya que posee numerosos cuerpos de agua que, mediante un adecuado manejo, pueden contribuir al aumento de la producción de las especies acuícolas. Esto se puede lograr con base en el conocimiento biológico de las especies cultivadas y a través del conocimiento de las condiciones de la infraestructura técnica y organizativa de la acuicultura en esta entidad.

El objetivo del presente documento es dar a conocer la situación de la acuicultura como actividad productiva en el Estado de México a través del uso de los Sistemas de Información Geográfica y de la aplicación de la tecnología de Percepción Remota, contribuyendo con ello a una mejor planeación para el desarrollo de la misma. Así, se presentarán los aspectos más relevantes de la acuicultura en la entidad, incluyendo un listado de granjas acuícolas.

2. Importancia de la Acuicultura

Esta actividad tiene una contribución significativa en la nutrición de muchas comunidades del mundo debido a que la pesca, consistente en la recolección de organismos acuáticos a partir de las existencias silvestres, está llegando a sus límites máximos por la sobreexplotación de algunas especies, además de que se ha detectado degradación del ambiente, incremento de la contaminación de las aguas y los altos costos de los productos pesqueros producidos por el alza de los precios de los combustibles. (FAO, 2006)

Cada vez son más los países que realizan acuicultura para contar con una fuente suplementaria de proteínas y, en algunos casos, también es utilizada para resolver problemas de conservación de las especies, ya que algunas de ellas están en peligro de extinción como lo es el pescado blanco en México. Debido a la sobrepesca a la que ha sido sometida (Guzmán-Arroyo *et al.*, 2003).

El principal destino de las especies cultivadas suele ser la alimentación humana y animal, aunque el éxito de esta actividad ha habilitado otras en adición a la comercialización, el procesamiento o el consumo directo del producto; por lo que también existe la producción de especies ornamentales destinadas a la acuarofilia, el cultivo de especies para la posterior elaboración de sustancias para la industria, repoblación y, recientemente, la conservación de especies amenazadas (Cifuentes *et al.*, 1997).

Esta actividad genera divisas, empleos y, por supuesto desarrollo regional. Además con la adecuada aplicación de las tecnologías que se requieren para obtener una alta producción, representa un proveedor para desempleados y subempleados.

El cultivo de las especies acuáticas permite la obtención de altos rendimientos, además de que se puede elegir la especie deseada para el cultivo. Al tratarse a organismos vivos y estar confinados en un estanque o cuerpo de agua, su captura es relativamente fácil y, al mismo tiempo, esta disponibilidad permite el acceso a un producto fresco para su consumo. Finalmente, en algunos lugares, su implementación, principalmente el cultivo de peces, es un acceso a ciertos alimentos donde antes no los había (Bages, 1983).

3. Problemática Actual

Uno de los problemas a los que se enfrentan las poblaciones humanas es la producción de alimentos y, en particular, el abastecimiento de proteínas a precios accesibles y en cantidades suficientes. Así, la acuicultura puede ser desarrollada como una actividad económica para elevar el consumo local de proteína u operar en un nivel de subsistencia colateral a otras actividades agrícolas (Martínez-Palacios y Ross, 1994).

Sin embargo, dada la demanda que está generando la acuicultura y su desarrollo histórico en México, existen diversos problemas, algunos de los más actuales y, que tienen prioridad para la institución encargada de este rubro, el Instituto Nacional de la Pesca (INP) son:

- Capacitación técnica para realizar evaluaciones bio-ecológicas, bio-económicas y sociales; técnicas de desarrollo comunitario enfocadas a la autogestión y apoyo a la pesca artesanal, y la implementación de talleres para el manejo de las pesquerías y/o sistemas de producción acuícola.

- Institucionalmente, se debe realizar investigación para el desarrollo y/o adaptación de paquetes biotecnológicos y técnicas de muestreo de datos biológicos, ecológicos y económicos de los sistemas de producción acuícola.
- Realizar informes técnicos sobre el estado de la acuicultura, que contengan información biológica, económica y social. También se habla del diseño de programas que permitan la recuperación de especies sobre-explotadas y la evaluación de aquéllas susceptibles de cultivo (SAGARPA-FAO, 2005).

El tipo de problemas que presenta la actividad acuícola en el Estado de México obedece a la estructura general de la entidad y paradójicamente está constituido principalmente por la creciente escasez del recurso hídrico, motivado a por la tala inmoderada de los bosques mexiquenses y la continua y mayor captación de volúmenes de agua destinados al Distrito Federal (Gobierno del Estado de México, 2000).

Por otro lado, no existen datos cuantificables sobre la demanda de agua superficial para la acuicultura. Sin embargo, se sabe que su manejo ha sido ineficiente y con grandes costos ambientales. Lo que ha repercutido en el potencial acuícola que, se ha reducido debido a la contaminación y desecación de los cuerpos de agua, por lo que resulta necesario realizar estudios de ordenamiento ecológico y pesquero que permitan determinar la compatibilidad entre las actividades económicas y las condiciones ambientales locales. Un ejemplo de estos problemas es el río Lerma (Aguilar, 2003)

La base de la planeación actual de la acuicultura no contiene elementos que la aseguren sustentabilidad, debido a que no incluye aspectos de desarrollo económico, social y medio ambiental suficientemente articulados; esto también incluye al financiamiento, el capital de riesgo, así como a la investigación científica y el desarrollo tecnológico (Avilés-Quevedo y Vázquez-Hurtado, 2005).

Para la resolución de estos problemas, la implementación de una estrategia de información que integre una base de datos que permita identificar los lugares en los que ya existe algún grado de desarrollo de la acuicultura en conjunto con las áreas susceptibles para su desarrollo, dirigido a los diferentes usuarios como los tomadores de decisión, pescadores y productores acuícolas, así como a investigadores y académicos, proporcionará una plataforma sobre la cual se podrá reforzar los servicios y asesoramientos que ofrece el INP y todas aquellas instituciones involucradas con este sistema de producción.

4. Antecedentes

Se considera a las especies acuáticas susceptibles de cultivo, junto con sus productos y subproductos como recursos acuícolas. Así, la acuicultura "es el conjunto actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa" (Ley de Pesca, 2006). Entre los principales organismos que se producen en México fundamentalmente son peces y, en menor proporción, crustáceos, moluscos, macroalgas, microalgas y microcrustáceos (Cifuentes *et al.*, 1997).

Históricamente, las referencias más antiguas sobre esta práctica datan de hace aproximadamente 4 000 años, en China y de 3 500 años, en Mesopotamia. Además, en China se ha practicado la producción combinada de arroz y de peces. La cría de peces también era practicada por los antiguos romanos, y más tarde se convirtió en parte del sistema de producción alimentaria de los Monasterios Cristianos de Europa Central, quienes la difundieron en América (Cifuentes- *et al.*, 1997).

La Acuicultura en México

En el México antiguo la utilización del agua incluía prácticas de pesca. En las zonas pantanosas de Tenochtitlán se consumían algas, insectos acuáticos, acodiles, peces, salamandras y aves acuáticas. El cultivo de peces tenía fines religiosos y ornamentales, además de que se practicaba la piscicultura popular

en los lagos del Valle de México. Sin embargo, con la dominación española se pierden diversas tradiciones y prácticas de producción de alimentos, lo que repercutió en modificaciones de la alimentación del pueblo mexicano (Secretaría de Pesca, 1986).

Un ejemplo de consumo de organismos acuáticos es el de las larvas de un mosquito con el que se preparaba un alimento llamado *atuautili* y se considera que eran semicultivadas, ya que la hueva depositada en el tule por los moscos adultos se colocaba en lugares más adecuados para su desarrollo cercanos al agua. Otra muestra es el producto recolectado en depósitos de agua poco profundos y estancados, llamado *techiatl* o mata de algas, con el que se producía una especie de pan, y se cree que eran algas verde-azules del género *Spirulina*, que probablemente también cultivaron (Cifuentes *et al.*, 1997).

Durante el periodo virreinal y los primeros años de la independencia, no se reportan datos precisos sobre la acuicultura, al parecer sólo en los conventos se llegó a cultivar peces en estanques, con fines de alimentación (Cifuentes- *et al.*, 1997).

En el siglo XVIII Antonio Alzate realizó el primer intento formal de desarrollar la piscicultura en los lagos de Zumpango y Xochimilco. Posteriormente, en 1883, la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio inició la piscicultura formalmente en México y posiblemente en Latinoamérica, al encargarse a Esteban Cházari que escribiera un compendio sobre el tema. El libro fue publicado en 1884 con el título de *Piscicultura en agua dulce*, y a partir de ese momento diversas instituciones iniciaron programas de acuicultura (Cifuentes-Lemus y Cupul-Magaña, 2002).

A finales del siglo XIX se hizo un esfuerzo importante que marca el inicio del cultivo de especies marinas y, en 1890, en Baja California, Gastón J. Vivés cultivó ostras perllíferas, con técnicas avanzadas, donde tuvo mucho éxito. Por desgracia, por problemas de la época se perdieron las ostras y se abandonaron las instalaciones (Cifuentes- *et al.*, 1997).

en los lagos del Valle de México. Sin embargo, con la dominación española se pierden diversas tradiciones y prácticas de producción de alimentos, lo que repercutió en modificaciones de la alimentación del pueblo mexicano (Secretaría de Pesca, 1988).

Un ejemplo de consumo de organismos acuáticos es el de las larvas de un mosquito con el que se preparaba un alimento llamado *ahuauhtli* y se considera que eran semicultivadas, ya que la huevo depositada en el tule por los moscos adultos se colocaba en lugares más adecuados para su desarrollo cercanos al agua. Otra muestra es el producto recolectado en depósitos de agua poco profundos y estancados, llamado *techiatl* o mata de algas, con el que se producía una especie de pan, y se cree que eran algas verde-azules del género *Spirulina*, que probablemente también cultivaron (Cifuentes *et al.*, 1997).

Durante el periodo virreinal y los primeros años de la Independencia, no se reportan datos precisos sobre la acuicultura, al parecer solo en los conventos se llegó a cultivar peces en estanques, con fines de alimentación (Cifuentes- *et al.*, 1997).

En el siglo XVIII Antonio Alzate realizó el primer intento formal de desarrollar la piscicultura en los lagos de Zumpango y Xochimilco. Posteriormente, en 1883, la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio inició la piscicultura formalmente en México y posiblemente en Latinoamérica, al encargarse a Esteban Cházari que escribiera un compendio sobre el tema. El libro fue publicado en 1884 con el título de *Piscicultura en agua dulce*, y a partir de ese momento diversas instituciones iniciaron programas de acuicultura (Cifuentes-Lemus y Cupul-Magaña, 2002).

A finales del siglo XIX se hizo un esfuerzo importante que marca el inicio del cultivo de especies marinas y, en 1890, en Baja California, Gastón J. Vives cultivó ostras periféricas, con técnicas avanzadas, donde tuvo mucho éxito. Por desgracia, por problemas de la época se perdieron las ostras y se abandonaron las instalaciones (Cifuentes- *et al.*, 1997).

En el presente siglo, durante 30 años no se presentaron nuevos programas, y no fue sino hasta 1915, que Alfonso L. Herrera llevó a cabo la creación de la Dirección de Estudios Biológicos con lo que se reinician los programas de acuicultura. En 1934, aparece en esa misma Secretaría el Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca, en el cual se impulsa nuevamente la piscicultura y dos años después se construyó la Estación Limnológica de Pátzcuaro, así como la Estación de truchas "El Zarco", en el Distrito Federal (Cifuentes- *et al.*, 1997).

A partir de entonces, los programas de acuicultura se multiplicaron y actualmente se cuenta con ambiciosos programas que contemplan el establecimiento de centros de acuicultura en todos los estados del país, así como granjas de producción comercial y centros de acuicultura costera, para lo cual se conoce que, al interior del país se distribuyen 2.8 millones de hectáreas de aguas y el 56% son salobres, el 27% de aguas dulces naturales y el 17% vasos de almacenamiento. El inventario de cuerpos de agua continentales indica que en el país existen 3 921 de ellos con una superficie total de 933 094 hectáreas.

Se considera que a partir de 1976 en México surge la piscicultura industrial con la producción de bagre y trucha principalmente, a lo que posteriormente se crearon empresas de diversas dimensiones para el cultivo de otras especies como el langostino, la rana toro y la tilapia (Secretaría de Pesca, 1988).

En 1987 la infraestructura de la Secretaría de Pesca en relación a centros de producción acuícola era de 49 centros acuícolas que tenían como función principal la producción de crías, postlarvas y semillas con el fin de satisfacer la demanda de organismos acuáticos para su cultivo, al desarrollo tecnológico y a la difusión de conocimientos entre los productores del sector social y privado con el fin de incrementar la productividad y rentabilidad de los mismos. Así de 1983 a 1987, el sector privado produjo 2 338,486 (miles) de organismos en apoyo a los productores nacionales. El número de unidades de producción que se habían instalado hasta 1987 era de 1,914 que se clasificaban como de

comercialización local y/o regional y de escala industrial, administradas por el sector social o privado (Ceballos y Velázquez, 1988).

Los avances logrados en la acuicultura mexicana son significativos y cada vez se basan más en la investigación de los técnicos mexicanos, iniciada por Alfonso Obregón, y que en la actualidad se desarrolla en la Secretaría de Pesca y en las universidades e instituciones de educación superior, como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Sonora y el Instituto de Estudios Superiores de Monterrey, entre otros (Cifuentes *et al.*, 1997).

Recientemente en numerosas presas del país se obtienen importantes pesquerías de especies tales como: la tilapia, carpas, lobina, mojarra de agallas azules, bagre etc., que implican fuentes de trabajo a numerosos pescadores y fuente de alimentación a centros de población que no tenían acceso a productos altos en proteína derivados de la pesca.

Económicamente, México se encuentra entre los primeros países en producción acuícola de América. En 2002 se obtuvieron más de \$3,309 millones de pesos por acuicultura, resultado de una producción de 45,853 t de camarón blanco, 91,434 t de peces de agua dulce (mojarra, bagre, carpa, trucha, lobina y charal) y 48,878 t de ostión. Esto equivale a 0.2% del PIB, pero representó cerca de 1% del PIB si se toman en cuenta la industrialización y comercialización de los productos y que más de 200,000 personas están empleadas en el sector. En ese año, se produjeron alrededor de 187,485 toneladas por acuicultura, aunque territorialmente sólo se utiliza una pequeña porción (menos de 10%) de las áreas susceptibles para el desarrollo acuícola. Esto permite establecer un nivel de producción alcanzable de alrededor de 500,000 toneladas (CONAPESCA, 2004).

La Acuicultura en el Estado de México

A pesar de contar con pocos cuerpos de agua importantes, en los ríos del Estado de México se tiene un registro de 25 especies de peces dulceacuícolas y su distribución abarca las cuencas de los ríos Balsas, Lerma - Santiago y

Panuco. Su importancia es que, de ellas 18 son nativas de la entidad y además son endémicas de alguna región del país, siendo el pescado blanco (*Chirostoma naja*), la especie exclusiva de la entidad (Méndez-Sánchez, 2002). Adicionalmente, el Estado de México ocupa el primer lugar a escala nacional en volumen de pesca continental, debido al aprovechamiento que los productores hacen de la acuicultura impulsada en los diferentes manantiales y piscifactorías (Gobierno del Estado de México: 2000).

La distribución regional de la población en la entidad ha determinado que la acuicultura se constituya como actividad alternativa potencial en el medio rural para mejorar la alimentación de la población y el ingreso familiar. Esta actividad ha permitido el desarrollo de alternativas alimenticias y de comercio local y en algunos casos cultivos altamente rentables con impacto regional y nacional.

La acuicultura en el Estado de México está sustentada principalmente en el repoblamiento de embalses y en la explotación de especies autóctonas, con una orientación hacia la comercialización y abasto de productos pesqueros para la industrialización de algunas materias primas, vía la fabricación de alimentos balanceados pecuarios, así como la elaboración de productos de exportación y el abasto hacia los centros de población más cercanos. Este proceso se logra con ayuda de la infraestructura con la que se cuenta y que está constituida por cinco centros productores de huevo y crías de peces y 55 granjas de acuicultura intensiva y adicionalmente existen 4,262 embalses, los cuales tienen diferentes usos además de la acuicultura, principalmente el agrícola.

La factoría de Tlacaque, en el municipio de Jocotitlán; El Zarco, en Ocoyoacac, la Granja y el Molino en Malinalco; y por último la productora de Trucha Arcoiris S. de R. L. en Valle de Bravo, se encuentran entre los principales centros de producción.

Actualmente se dedican a esta actividad más de 17,059 hectáreas, correspondientes aproximadamente a los 4,262 cuerpos de agua, de los cuales el 76.8% son menores de 1 ha., el 19.4% se encuentra entre 1 y 10 ha., el

3.5% está entre 11 y 1,000 ha., y sólo el 0.2% corresponde a cuerpos mayores de 1,000 ha.

Aún cuando no se cuenta con un inventario actualizado de escurrimientos superficiales y manantiales que permitan identificar con precisión el potencial acuícola, por su ubicación en el Altiplano Mexicano, el Estado de México tiene características forestales aún importantes, un régimen de lluvias favorables y macizos montañosos que, por el deshielo, recargan continuamente los acuíferos de la región y además el agua superficial con fines acuícolas se encuentra subutilizada. Ello determina un amplio potencial para el desarrollo de esta actividad, superando las perspectivas de crecimiento previstas en el corto y mediano plazo (Gobierno del Estado de México, 2000).

5. Aspectos técnicos

En este apartado se muestran los atributos más relevantes que destacan las condiciones actuales de las granjas acuícolas del Estado de México. La información descrita proviene tanto de la información de las estadísticas del INEGI, como de los archivos del Departamento de Acuicultura de la Delegación de Pesca en el Estado de México, principalmente, y de los cuestionarios que fueron aplicados durante recorridos de verificación de los cuerpos de agua y de las granjas acuícolas.

Ubicación geográfica y clima del Estado de México

México se caracteriza por su notable diversidad geológica y topográfica las cuales tienen gran influencia en su clima, suelo y características biológicas. Con base en lo anterior, el país está dividido en 15 grandes regiones fisiográficas. El Estado de México se ubica en las regiones del Eje Neovolcánico o Sierra Volcánica Transversal y la Sierra Madre del Sur, con coordenadas extremas de 18° 22' y 20° 17' de latitud y 98°36' y 100° 37' de longitud. La mayor parte de la entidad se ubica en la primera de las regiones, la cual se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas y otras manifestaciones ígneas. La segunda se restringe a la parte sur y es altamente compleja (INEGI, 2001).

El Estado de México comprende un área total de 2,232,010 hectáreas, que representan tan solo el 1,1% del área total de México (INEGI, 2002) y en éste se localizan algunos de los grandes volcanes de México: Popocatepetl, Iztacihuatl y Nevado de Toluca. Según la latitud se encuentra en una zona intertropical, pero por las altitudes predominantes de 2000 msnm en promedio y topografía accidentada, los elementos del clima como viento y humedad se ven modificados. Así, el clima es predominantemente templado en casi la mitad de su territorio y en las zonas de altas montañas es frío, pero cálido en la parte Suroeste y seco al Norte de la entidad (INEGI, 2001). Con base en algunas características particulares, el Estado de México se divide en ocho regiones llamadas Distritos de Desarrollo Rural (DDR) (SARH, 1993) (Figura 1).



Figura 1. Área de influencia, se muestra la división política por municipios y los ocho DDR.

El área que ocupara cada distrito, así como la que ocupan los cuerpos de agua en cada uno de ellos se muestra en la **Tabla 1** (Soria-Ruiz *et al.*, 2003).

Tabla 1. Superficie territorial y de cuerpos de agua por cada DDR.

DDR	Superficie (hectáreas)	
	Territorio	Cuerpos de agua
Atzacmulco	321,230.4	1,738
Coatepec De Harinas	282,682.3	61
Jilotepec	205,976.1	1,477
Tejupilco	343,269.0	138
Téxcoco	261,862.8	2,374
Toluca	298,809.2	2,579
Valle De Bravo	200,389.1	4,581
Zumpango	317,791.4	2,554
TOTAL	2,232,010.2	12,946

En cuanto a su hidrología, el Estado de México es uno de los más importantes de la República Mexicana ya que por su ubicación se le considera como cabecera de las cuencas principales de los ríos Lerma, Balsas y Pánuco (Figura 2). Así, las aguas superficiales en tránsito por el estado satisfacen las necesidades más importantes para las diversas actividades de desarrollo de la población, siendo el principal uso el agrícola y el industrial (INEGI, 2001).



Figura 2. Principales Regiones Hidrológicas del Estado de México; Fuente: <http://www.sagarpa.gob.mx/dgiedomex/NuestroEstado/Hidrologia.htm>

Las principales corrientes superficiales son perennes y se distribuyen al sursuroeste, centro y noroeste, algunas de ellas son de corto recorrido, pero otras en la parte central, sur y norte, son de mayor longitud y con pendiente moderada y llegan a desembocar tanto al Océano Pacífico como al Golfo de México (INEGI, 2001).

Cabe destacar que la cuenca del río Lerma es uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país, con un recorrido de 1,180 km desde su origen en Almoloya del Río, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Sin embargo, debido al impulso de la industria a lo largo de su cauce ha ocasionado que ésta sea una de las cuencas con mayores problemas de contaminación y degradación ecológica. En cuanto al río Balsas, se localiza en una región muy extensa de relieve complicado mientras el río Pánuco destaca por su volumen de agua (INEGI, 2001).

Estas características hidrológicas han favorecido que sean aprovechados mediante presas y bordos de diversos tamaños, que a su vez se emplean en el control de avenidas, generación de energía eléctrica, riego, abrevadero, actividades recreativas, uso doméstico y acuicultura (INEGI, 2001)

El proyecto SICAEM

En el Estado de México se requiere generar información reciente sobre la distribución geográfica de las actividades que en la entidad se desarrollan, principalmente aquellas desde el punto de vista acuícola (Soria *et al.*, 2003), ya que el Estado de México se considera como uno dentro de los primeros lugares en producción pesquera en agua continentales.

En algunos estudios ya se han explorado las aplicaciones la tecnología satelital a la acuicultura. Tal es el caso de la construcción de un modelo basado las características del ambiente y con ello seleccionar los mejores lugares para el desarrollo de la acuicultura en el estado de Sinaloa (Aguilar-Manjarrez y Ross, 1995). Otro ejemplo es el que se elaboró para la identificación y cuantificación de sitios apropiados para el desarrollo de la piscicultura en Bangladesh (Salam *et al.*, 2005). También ha sido posible determinar los requerimientos de calidad de agua para producción de peces en jaulas, al mismo tiempo que se generaron modelos de predicción para la selección de sitios de cultivo (Pérez *et al.*, 2003 y Pérez *et al.*, 2005).

En el laboratorio de Geomática del INIFAP, se generó el sistema de Información de Cuerpos de Agua del Estado de México (SICAEM), con la principal intención de ser un apoyo para el desarrollo de la acuicultura en la Entidad y se realizó por medio de tecnología satelital, Sistemas de Información Geográficos (SIG) y Percepción Remota (PR). En dicho trabajo se hizo el presente apartado para granjas acuícolas, para las que se generó una cartografía.

Para realizar el inventario y cartografía de granjas acuícolas, en una primera etapa, se hizo referencia a las bases de datos proporcionadas por el Comité de Sanidad Acuícola del Gobierno del Estado de México, en conjunto con la

adquisición de imágenes satelitales SPOT (Tabla 2), las cuales fueron sometidas a los tratamientos adecuados según sus características para la obtención de información geográfica.

Los antecedentes proporcionados cuentan con lo siguiente: nombre de la granja, nombre del propietario/productor, dirección y ubicación geográfica y especie acuícola que se produce. Con estas dos herramientas se generaron rutas de monitoreo por DDR, considerando sólo las cinco granjas más representativas para cada uno de ellos. Posteriormente, las granjas se representaron de manera gráfica en un sistema cartográfico para tener mejor conocimiento de su ubicación.

Tabla 2. Principales características de las imágenes SPOT para la realización de la Carta Estatal de Cuerpos de Agua.

Temporada	ID	Clave de la imagen	Fecha de toma
Esfaje	1	585-312	02-nov-04
	2	586-311	19-abr-04
	3	586-312	06-nov-04
	4	587-311	09-feb-04
	5	587-311	26-nov-04
	6	587-312	26-nov-04
	7	587-312	02-feb-04
	8	587-313	08-nov-04
	9	588-310	20-may-04
	10	589-312	09-nov-04
Lluvias	1	585-309	10-ago-04
	2	585-310	19-oct-04
	3	586-309	26-ago-04
	4	586-310	19-oct-04
	5	586-311	23-oct-04
	6	586-313	28-oct-04
	7	587-310	15-jul-04
	8	588-310	15-sep-04
	9	589-311	23-oct-04
	10	589-312	24-oct-04
	11	586-310	Jul-04
	12	586-312	Ago-04
	13	586-313	Jul-04
	14	587-310	Jul-04
	15	587-313	Jul-04

16	586-311	Ago-04
17	586-312	Ago-04
18	589-311	Jul-04
19	589-312	Ago-04

Los procesos que se llevaron a cabo para estas imágenes fueron el de corrección geométrica, es decir el ajuste de sus propiedades geométricas, de tal manera que se adecuen a un determinado sistema de coordenadas, y el de georreferenciación, sólo en caso de que no contaran con ésta. Este último método se basó en Puntos de Apoyo Terrestre (Ground Control Point, GCP)

Una vez realizados estos procesos, para obtener el cubrimiento total de la zona de estudio, se elaboraron los mosaicos de imágenes que fueron ajustados para obtener la visualización de los ocho DDR del estado y sus respectivos municipios. Las imágenes satelitales están referidas al sistema de proyección UTM, con datum WGS 84, elipsoide WGS 84 con referencia a la zona 14 N que corresponde al área de influencia.

La investigación de campo se llevó a cabo mediante recorridos, utilizando las rutas de monitoreo previamente planeadas en cada DDR. En ellos además de la verificación de la información de las imágenes satelitales, se hizo la georreferenciación de las granjas acuícolas. En esta etapa se usaron equipos geoposicionadores (GPS) y de cartografía móvil (PDA). Asimismo, se elaboró un cuestionario para realizar un sondeo básico que permitiera obtener información actualizada acerca de esta actividad en las granjas seleccionadas y se aplicó a manera de entrevista a los productores y, en su defecto, a los encargados de la granja. Las visitas se realizaron de marzo a junio de 2006 y en la Tabla 3 se enlistan las granjas visitadas.

Tabla 3. Granjas que se verificaron y en las que se aplicaron los cuestionarios

DDR	Longitud	Latitud	Altitud	Nombre de la granja	Propietario	Municipio	Especie cultivada
Atzacomulco	4414731	2162571	2556	Presa Estación	Idelfonso Hernández	Ixtlahuaca	Carpa
				Las Cuestas	Teresa Hernández	Ixtlahuaca	Carpa
	412973	2199374	2733	El Gavilán	Roberto Flores Colín	Acambay	Carpa
	411135	2199741	2558	Leonor Plata Plata	Leonor Plata Plata	Acambay	Carpa
				Takdeje	María de Jesús Sánchez	Jocotitlán	Carpa
409286	2083539	1986	Bordo Tiburcio	Tiburcio Hernández Méndez	Almoloya de Acquisiras	Tilapia	
408343	2083348	2016	Bordo Llano del Carriño		Almoloya de Acquisiras	Tilapia	
Coatepec de Harinas	416177	2091832	2219	Bordo las Flores	Ramiro García Díaz		Trucha
	411160	2099601	2156	La Corona	Electro Contreras Téllez	Coatepec de Harinas	Trucha
	412860	2102913	2253	Bordo el Telaar	Yolanda López García	Coatepec de Harinas	Trucha
	440149	2197139	2590	Bordo García	Esteban García Martínez	Chapa de Mota	Carpa
	440149	2197139	2590	Bordo García	Esteban García Martínez	Chapa de Mota	Carpa
Jilotepec				El Anillo	Benjamin García Martínez	Villa del Carbón	Trucha
				El Nogal	Mario González Cruz	Villa del Carbón	Trucha
				El Libramiento (La Mina)	Paulo González Ramírez	Villa del Carbón	Trucha

Tejupilco	400656	2120292	2511	El Caballito	Gabriel González López	Temascaltepec	Trucha
	398844	2115551	2401	El Potrero	Miguel Nava Reyes	Temascaltepec	Trucha
	399180	2115469	2288	Granja González	Trinidad González Luján	Temascaltepec	Trucha
				Granja Rancho La Mora	José Manuel Casiano Rosas	Temascaltepec	Trucha
Texcoco				Granja Las Sábanillas		Temascaltepec	Trucha
				La Venta Buenavista			Trucha Trucha
Toluca	460881	2135450	3041	La Cañada	Oscar Gutiérrez Tosar	Huixquilucan	Trucha
	432906	2151870	2592	Bonito Juárez	Ejido San Mateo Alcalá	Temoaya	Carpa
				Cayetano Puelblas Carrasco	Cayetano Puelblas Carrasco	Capulhuac	Carpa y mojarra
	428956	2112401	3052	La Ciénega	Wenceslao Monroy	Temango del Valle	Trucha
	449231	2137521	2582	González Reyes	José González Reyes	Lerma	Carpa y ranatoto
	399826	2130501	1851	Rancho la Marimba	Aurelio Antón Carvajal Lic.	Amanalco	Trucha
Valle de Bravo	388864	2129484	2278	Manantial Agua Viva	Perfecto Díaz Maldonado	Amanalco	Trucha
	399944	2133364	2568	Virgen de Pongua	Agustín Álvarez Gutiérrez	Amanalco	Trucha
	395456	2129506	2302	Rancho Feghi	Abraham Anista Pérez	Amanalco	Trucha
	395111	2131628	2425	Los Ayles	Alfredo de la Cruz	Amanalco	Trucha
Zumpango	457436	2165777	2576	Cantera II	Sergio Gutiérrez Melchor	Villa Nicolás Romero	Trucha

453181	2161709	3075	Las Truchas de Don José	José Chávez Villa Franco	Isidro Fabela	Trucha
450169	2159248	3319	Valle de la Luna	Humberto Osnaya Vargas	Isidro Fabela	Trucha
455920	2158395	2963	Los Frescos	Wenceslao Jacobo Rosas	Jilotingo	Trucha
469637	2175640	2316	Rinconada El Anuehuate	Enrique Martínez y Nicolás Solís	Tepetzotlán	Trucha y Carpa

Los cuestionarios permitieron recopilar datos de la especie que se cultiva, el sistema de producción que se utiliza, la producción, el destino del producto obtenido y el tipo de instalaciones con las que se cuenta, principalmente. La mayoría de los empresarios y responsables de las granjas, colaboraron diligentemente al proporcionar los datos solicitados y al mostrar las instalaciones. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, no se pudo completar cada cuestionario en su totalidad ya que existe mucho desconocimiento de la información solicitada.

Resultados del proyecto SICAEM

A continuación se muestra la cartografía para granjas acuícolas (Figura 3), así como el análisis de las encuestas aplicadas en las granjas del Estado de México. Se visitó un total de 37 granjas distribuidas en los ocho DDR y todas ellas cuentan por lo menos con datos de referencia geográfica, nombre de la granja, nombre del propietario y municipio en el que se localiza. Cabe aclarar que, en dos de los DDR, Coatepec de Harinas y Jilotepec, no se cuenta con instalaciones propias para la acuicultura, sino que se hace uso de bordos para tener acceso a productos acuícolas, principalmente peces. En el caso de Texcoco, los dos lugares de cultivo de peces más representativos se encuentran en las cercanías al Parque Nacional Ixta-Popo.

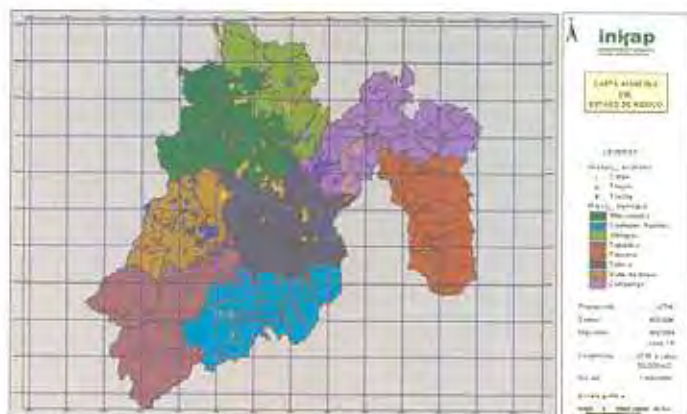


Figura 3. Distribución de las granjas acuícolas del Estado de México.

Aspectos Económicos y Financieros de las Granjas Acuícolas

Categoría jurídica En esta particularidad, casi todas pertenecen a la categoría de Personas Físicas y sólo se registraron dos Asociaciones, una es Familiar y la otra Rural de Interés Colectivo.

Inversión de capital extranjero En ninguno de los casos se reportó la existencia de este tipo de inversión, por lo que los propietarios tienen que hacer una inversión propia que les permita sustentar la producción, desde la obtención de la materia prima, hasta la instalación de la infraestructura necesaria.

Inicio de operaciones Las granjas más antiguas se encuentran en los DDR de Toluca, Valle de Bravo, Zumpango y Tejupilco. La primera en iniciar en esta actividad fue en el año 1956, la Granja González Reyes, dentro del DDR de Toluca, también en Valle de Bravo encuentran dos de las granjas más conocidas en el municipio de Amanalco, el Rancho Feshi, que inició en 1978 y

Granja los Ayles. (1985). En el distrito de Zumpango hubo un auge de la acuicultura en la década de 1990, mientras que a partir del año 2000, la actividad se empieza a llevar a cabo en las regiones de Atzacomulco, Coatepec de Harinas, Jilotepec y Tejuzilco. De éstos dos últimos, previamente se había mencionado la existencia de bordos artificiales para poder tener algún tipo de cultivo. También dada la importancia turística de Valle de Bravo, se crearon otras dos granjas. Las de más reciente operación son dos de Jilotepec que iniciaron en el año 2005. Esta distribución parece responder a las condiciones hidrográficas de los distritos, así, las que tienen una mayor trayectoria en esta actividad son las que están ubicadas cerca de corrientes de agua, mientras que las de reciente operación se encuentran en lugares que el mismo Gobierno ha impulsado con la construcción de bordos al no contar con corrientes de agua más accesibles. Además, de acuerdo con la **figura 3**, es claro que en el centro de la entidad es donde se encuentra la mayor concentración de granjas.

Personas dependientes de la granja. En la mayoría, la familia del propietario o responsable depende directamente de la granja, principalmente para alimentación. En el caso de los distritos que cuentan con bordos, son varias las familias o la comunidad entera las que en algún grado dependen del bordo. Incluso le pueden dar algún otro uso, por ejemplo para abrevadero. Únicamente en el DDR de Zumpango además de los familiares del propietario, algunos trabajadores de apoyo y de instancias de gobierno dependen de las granjas.

Tipo de cultivo. Considerando la clasificación de monocultivo y policultivo según las especies trabajadas, la mayoría de las granjas de la entidad están dedicadas al monocultivo y en más de la mitad se cultiva la trucha y le sigue en importancia la carpa. En menor proporción cultivan dos especies a la vez, es decir se hace un policultivo (**figura 4**). Por sus características biológicas, la carpa es la que se cultiva en combinación con otras especies, por ejemplo carpa y mojarra o carpa y rana toro.

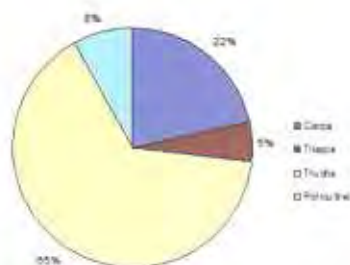


Figura 4. Proporción de especies cultivadas en el Estado de México.

En la **tabla 4** se muestra nombre común y científico de las principales especies de cultivo en el Estado de México, y también se hace mención a los aspectos más sobresalientes para su cultivo.

Tabla 4. Principales especies de cultivo en el Estado de México.

Nombre común	Nombre científico	Agua y temperatura	Origen y comportamiento
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Agua con corriente. Temperatura mínima 6°C y máxima 18°C.	Nativa de la costa este del Pacífico. Habita ambientes con aguas frías y cristalinas. Se la considera una especie carnívora, su alimentación es variada y consistente principalmente en invertebrados como larvas de insectos y Crustáceos.
Carpa Israel (carpa común)	<i>Cyprinus carpio specularis</i> *	Agua templada y estancada. Temperatura mínima 12°C y máxima 20°C.	De origen asiático. Los juveniles prefieren en general, lugares con corriente, mientras que los adultos prefieren las aguas sin movimiento. Su alimento se constituye por insectos, crustáceos y moluscos, así como otro tipo de alimento acuático que extrae del fondo. Es una tolerante a factores ambientales desfavorables.
Carpa herbívora	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Agua con corriente.	Originaria de Asia Central. Se alimenta de materia vegetal. Sus juveniles ingieren zooplancton y a partir de una cierta talla, su ingestión toma hacia las plantas.

Carpa plateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Agua templada y estancada. Temperatura mínima 12°C y máxima 20° C	Especie originaria de Asia Central. Se alimenta principalmente de fitoplancton, pero al ser un pez filtrador, reduce la materia orgánica y nivela la demanda de oxígeno. También es tolerante a vivir en cuerpos de agua afectados por eutroficación proveniente de acción antrópica, aunque no es muy consumida por el hombre debido a su alta cantidad de espinas.
Tilapia (Mojarra)	<i>Oreochromis sp</i>	Agua semicálida y estancada. Temperatura mínima 14°C y máxima 24° C	Originaria de Africa. Su régimen alimentario es a base de fitoplancton y detritus. Su rango óptimo de producción es con temperaturas de 25-30° C. Son sensibles a bajas temperaturas. Es una de las especies más altamente cultivada en todo el mundo.
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Agua con corriente. Temperatura que oscila desde los 6°C, hasta los 30° C	Se adapta a múltiples condiciones, siendo la base de su alimentación pequeños peces, ranas, acarayos e insectos.
Langostino	<i>Macrobrachium spp</i>	Agua con corriente. Temperatura mínima 6°C y máxima 18° C	Se encuentra en casi todos los tipos de agua dulce. Las larvas se alimentan principalmente del zooplancton y de pedacitos pequeños de materia orgánica. Cuando cambia de larva a juvenil, se traslada al fondo del río y vive bajo piedras, varas, etc. donde abunda material orgánico para alimento.
Bagre de canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	Agua sin corriente. Temperatura mínima 6°C y máxima 18° C	Debido a su rápido crecimiento, fácil domesticación y adaptabilidad a diversas condiciones ecológicas, su reproducción en estanques es relativamente fácil y tiene gran adaptabilidad a diversas condiciones y acepta alimento artificial rápidamente.
Charal	<i>Chirostoma spp</i>	Agua sin corriente. Temperatura mínima 12°C y máxima 20° C	Siendo habitantes de las aguas dulces mexicanas, los peces del género <i>Chirostoma</i> juegan un papel importante en la alimentación de los mexicanos desde tiempos prehispánicos. La producción del charal ha venido disminuyendo en los años recientes. Su principal dieta consiste en plancton. Su crecimiento varía a lo largo del año, según su estado ontogénico.
Atoci	<i>Procambarus sp y Cambarellus sp</i>	Agua con corriente. Temperatura mínima 6°C y máxima	En cuanto a la alimentación son carroñeros cazadores y para su cultivo requieren de condiciones ecológicas similares a las de un ambiente léntico. Es también notable su resistencia a las

Breña	<i>Megalobrama amblycephala</i>	18° C Agua con corriente. Temperatura mínima 6° C y máxima 18° C	variaciones de temperatura. Con características muy semejantes a las de la carpa.
Carpa dorada	<i>Carassius auratus (ornato)</i>	Agua estancada. Temperatura mínima 12° C y máxima 20° C	Es parecido a la carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>). Se distingue por su menor tamaño y vive en los mismos lugares, pero acepta incluso espacios acuáticos más reducidos, más contaminados y con menor proporción de oxígeno.
Alga spirulina	<i>Spirulina maxima (Arthrospira)</i>	Temperatura mínima 25° C y máxima 35° C	Requiere de ciertas condiciones de laboratorio y su cultivo requiere del control de algunos requerimientos físicoquímicos como la cantidad de carbono y el control de pH.
Rana toro	<i>Rana catesbeiana</i>	Temperatura mínima 20° C y máxima 33° C	Su cultivo requiere de instalaciones adecuadas para tener un ambiente altamente controlado. Por ejemplo, que el agua que se provea sea limpia y las instalaciones no deben someter a las ranas a ningún tipo de estrés.

* Dentro de esta especie pueden incluirse también la carpa Bangona (*C. d. rubrifasciata*) y la Carpa Común (*C. auratus*).

Nota: Algunas de las especies no se registraron en las encuestas, sin embargo para los fines del presente documento se hace referencia de ellas [Según Secretaría de Pesca, 1980; Chaves, 1997 y SIDER, 2000].

Objetivo de la granja. Es notable que la mayor parte de la producción de acuicultura en el Estado de México funge un papel importante en la economía de las comunidades, ya que poco más del 50% es para subsistencia (Figura 5). En importancia le sigue la producción con fines comerciales y la engorda de crías que se producen en la misma granja. También es notable que en ocasiones las crías se obtengan de otras fuentes fuera de la granja, así, existe un flujo entre las mismas que permite que las que no logran producir sus propias crías o larvas, tengan acceso a ellas a través de la compra en otras granjas que sí las producen.

Infraestructura Esta consiste principalmente de estanques de tipo rústico, o también conocidos como estanques de tierra (Figuras 7a y 7b), y de concreto. además todos ellos son al aire libre y no se cuenta con instalaciones cubiertas. Los estanques de concreto pueden ser de forma rectangular y tipo tinas (Figuras 8a y 8b). También se utiliza más de un solo tipo de estanques, así se puede encontrar diferentes tipos de arreglos, por ejemplo, rústicos y de concreto. Sin embargo, es notable que en la mayoría de las granjas los estanques que más se utilizan rústicos, los cuales son los más convenientes para los productores que son los que hacen la inversión (Figura 9).



Figura 7. Ejemplo de un bordo (a) y un estanque rústico (b).



Figura 8. Ejemplos de estanques de concreto, rectangular (a) y tipo tina (b).

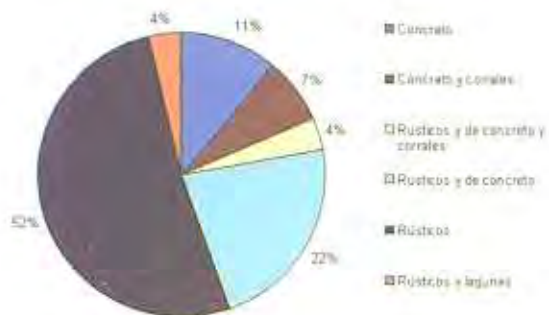


Figura 9: Porcentajes de la infraestructura disponible para la acuicultura en el Estado de México

Manejo del agua. Dado que en la mayor parte de las granjas las instalaciones son de tipo rústico, el manejo que se le da al agua de los estanques no está bien estandarizada. Sin embargo, en los recorridos de campo se pudo observar que, algunas granjas que se localizan en los DDR de Valle de Bravo, Zumpango y Toluca, se alimentan de manantiales o corrientes de agua cercanas, mientras que en Coatepec de Harinas, Jilotepec y Atlacomulco, por tratarse en muchas ocasiones de bordos, es hasta la temporada de lluvias que dichos embalses se rellenan.

Métodos de alimentación. Son diversos y en la mayoría de las granjas no cuentan con un manejo de la dieta de las especies que se cultivan. Algunas granjas de Zumpango cuentan con un mejor control de la dieta ya que cuentan con instalaciones para la producción de alimento vivo en laboratorio y en estanques. Otras del mismo distrito, junto con el de Toluca, pueden hacer compra de alimento especial para peces. En las que existe cultivo de carpa, éstas se alimentan de la misma materia orgánica del estanque y en ocasiones a éste se le agrega estiércol de animales.

Unidades Piscícolas de Reproducción en el Estado. En la **Tabla 5** se muestran las unidades piscícolas registradas en el Estado de México, datos pertenecientes al Comité de Sanidad Acuícola. Existe un total de 128 y casi en su totalidad se dedican a la cría de trucha arco iris. Sin embargo, también se cuenta con cultivos de tilapia y en menor medida, de lobina, como especies cultivadas o introducidas con fines de subsistencia o de comercialización.

Tabla 5. Unidades piscícolas de reproducción en el Estado de México

No.	UNIDAD DE REPRODUCCIÓN	MUNICIPIO	ESPECIE	ENFOQUE DE REPRODUCCIÓN	COORDENADAS x y
1	La Cañada	Vila del Carbon	Trucha	Engorda	449750 2186400
2	El Chorro	Vila del Carbon	Trucha	Engorda	448900 2184800
3	Tlacaque	Jocotitlan	Trucha	Incubación	426575 2173950
4	La Nueva Atlántida	Jocotitlan	Trucha	Engorda	423900 2173250
5	Fabrica la Corcepción	Sn. Felipe del Progreso	Trucha	Engorda	379700 2171200
6	Truchlandia	Nicolas R.	Trucha	incubación y engorda	453325 2170350
7	Sta. Ma. Magdalena	Nicolas R.	Trucha	Engorda	452300 2169650
8	Transfiguración	Nicolas R.	Trucha	Engorda	462450 2169450
9	Transfiguración (G.J.)	Nicolas R.	Trucha	Engorda	462700 2169000
10	Sn. Miguel Hila	Nicolas R.	Trucha	Engorda	465800 2168450
11	La Regadera	Sn. Felipe del Progreso	Trucha	Engorda	379700 2165350
12	Tlazala de Fabela	Isidro Fabela	Trucha	incubación y engorda	440750 2162800
13	Palenque Tachos	Isidro Fabela	Trucha	Engorda	448050 2160700
14	Tlatrullán	Isidro Fabela	Trucha	incubación y engorda	453800 2161100
15	Llano de Rayo	Temoaya	Trucha	incubación y engorda	442050 2159025
16	Peña de Lobos	Jicotzingo	Trucha	Engorda	454250 2160050
17	San Miguel Trecpan	Jicotzingo	Trucha	Engorda	456250 2158800
18	Bockzanja	Temoaya	Trucha	Engorda	444500 2158400
19	Rincón de los Venados	Jicotzingo	Trucha	Engorda	454250 2158825
20	Cna y Engorda T J	Jicotzingo	Trucha	incubación y engorda	458200 2156350
21	San Diego Pueblo Nuevo	Sn. Felipe del progreso	Trucha	Engorda	386350 2156000
22	Alamedas	Naucaipan	Trucha	Engorda	469950 2154900
23	El Delfin	Naucaipan	Trucha	Engorda	467975 2150200
24	Rancho El Mayorazgo	Oztotitapac	Trucha	Engorda	446750 2148550
25	GARIOSAC	Vila de Alenda	Trucha	Engorda	383100 2146850
26	Dolores Vaquerías	Vila Victoria	Trucha	Engorda	388700 2146600
27	Las Pilas	Vila de Alenda	Trucha	Engorda	378750 2142900
28	Rancho Huaca	Vila de Alenda	Trucha	Engorda	380350 2141950
29	Galerías	Donato Guerra	Trucha	Engorda	362075 2140550
30	Fundición	Donato Guerra	Trucha	Engorda	362075 2140550
31	Macheros	Donato Guerra	Trucha	Engorda	362075 2140550
32	Xicoausco	Donato Guerra	Trucha	Engorda	363350 2139100
33	Batan Chico	Donato Guerra	Trucha	Engorda	378200 2137700
34	Ojo de Agua	Huixquilucan	Trucha	Engorda	462725 2136600
35	La Regadera (Ojo de	Donato Guerra	Trucha	Engorda	379700 2136400

36	Agua)					
37	San Martín Obispo	Donato Guerra	Trucha	Engorda	387250	2136325
	Paso Blanco	Huixquilucan	Trucha	Incubación y engorda	461700	2147400
38	Las Alcias	Huixquilucan	Trucha	Incubación y engorda	460950	2136200
39	El Truchón	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	461400	2136500
40	El Zarco	Ocoyoacac	Trucha	Incubación	462150	2133050
41	Cascajeras	Ocoyoacac	Truchas	Engorda	462250	2133050
42	Agua Zorra	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	392450	2132450
43	Entre Valles	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	460600	2131750
44	San Mateo	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	393450	2131700
45	Mimores/San Lucas	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	393650	2130275
46	Los Santos	Donato Guerra	Trucha	Engorda	394600	2128750
47	Xolopac	Donato Guerra	Trucha	Engorda	384350	2128100
48	El Agustín	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	384700	2127450
49	El Aguacate	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	386425	2127950
50	Finca Agua Viva	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	388250	2127900
51	Los Avenas	Amanalco de Becerra	Trucha	Incubación y engorda	394000	2126800
52	Las Garzas	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	394900	2128250
53	Rancho Feshi	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	395400	2128800
54	Rincón de Guadalupe	Amanalco de Becerra	Trucha	Engorda	398100	2129950
55	La Gavia	Villa Victoria	Trucha	Engorda	407100	2130025
56	Rincón	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
57	Capulín	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	459300	2127400
58	Cayón Viejo	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	459300	2127400
59	Paraiso	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
60	Progreso	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
61	Patreño	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
62	La Tronca	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
63	El Tule	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	459300	2127400
64	Oyamel	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
65	Xajal	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	459300	2127400
66	Xurite	Ocoyoacac	Trucha	Incubación y engorda	459300	2127400
67	El Zarco	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
68	Puerto Viejo	Ocoyoacac	Trucha	Engorda	459300	2127400
69	La Cortina	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	375900	2124700
70	El Arco	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	390650	2125700
71	Cascajeras	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	395200	2125000
72	Corral de Piedra I	Amanalco de B.	Trucha	Incubación y engorda	400250	2124425
73	Corral de Piedra II	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
74	El Arroyo	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
75	Atizapan	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
76	La Virgen	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
77	El Rincón	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
78	Agua Bendita	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
79	Hacienda Nueva	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
80	Las Peñitas	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
81	Mimbres	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425
82	La Tinaja	Amanalco de B.	Trucha	Engorda	400250	2124425

83	Piedra Ancha	Amanaco de B	Trucha	Engorda	400250	2124425
84	1° de Julio	Amanaco de B	Trucha	Engorda	400250	2124425
85	El Checo	Amanaco de B	Trucha	Engorda	400250	2124425
86	Puerta de Tierra	Amanaco de B	Trucha	Engorda	400250	2124425
87	De En medio	Amanaco de B	Trucha	Engorda	400250	2124425
88	Frente a Tinaja	Amanaco de B	Trucha	Engorda	400250	2124425
89	Santosop Victorio	Capulhuac	Trucha	Engorda	455450	2125850
90	Colomies	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	399050	2121450
91	El Ancon	Amanaco de B	Trucha	Engorda	392750	2122800
92	El Deposito	Temascaltepec	Trucha	Engorda	408900	2121260
93	El Buenavista	Zinacantan	Trucha	Engorda	413075	2123100
94	FAIDEM	Valle de Bravo	Trucha	Incubacion y engorda	388350	2120250
95	La palma	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	391250	2120250
96	Sauce	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	395650	2120300
97	La Garza	Temascaltepec	Trucha	Engorda	409125	2120350
98	El Ranchos	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	380000	2118950
99	Mosantal Avandaro I	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	381975	2117950
100	Manantial Avandaro II	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	381975	2117950
101	Casas Viejas	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	381075	2117100
102	La Excondida	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	382700	2116700
103	Barranca Fresca	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	383650	2117250
104	Alesquientes	Valle de Bravo	Trucha	Engorda	398650	2118250
105	Mason Viejo	Temascaltepec	Trucha	Engorda	408825	2119500
106	Acco Inj	Zinacantan	Trucha	Incubacion y engorda	413400	2116850
107	La Comunidad	Temascaltepec	Trucha	Engorda	405450	2116025
108	Calimaya	Calimaya	Trucha	Incubacion	427850	2116675
109	San Antonio Albarranes	Temascaltepec	Trucha	Engorda	401800	2113700
110	El Carvanto	Zinacantan	Trucha	Engorda	413350	2113350
111	Las Tiendas	Temango del Valle	Trucha	Engorda	427200	2114050
112	Amalacaco	Amecameca	Trucha	Engorda	533075	2151700
113	La Querencia	Temascaltepec	Trucha	Engorda	391100	2109000
114	Ac De Tepicda	Temascaltepec	Trucha	Engorda	389075	2108025
115	Carboneras	Temascaltepec	Trucha	Engorda	393950	2108150
116	José Amaga	Temascaltepec	Trucha	Engorda	380525	2106375
117	Real de Arriba	Temascaltepec	Trucha	Engorda	392550	2105750
118	San Juan Xochitoca	Tenancingo	Trucha	Engorda	441050	2104660
119	San José Atzingo	Ocuilan	Trucha	Engorda	459700	2101850
120	San José Totó	Ocuilan	Trucha	Engorda	462900	2099300
121	Rio Tinajo	Villa Guerrero	Trucha	Engorda	428850	2097750
122	El Ahuehuete	Ocuilan	Trucha	Engorda	454175	2097450
123	Rancho el Pedregal	Teacaltilan	Trucha	Incub. Y Engorda	400100	2095100
124	Santiago Oxtitlan	Villa Guerrero	Trucha	Engorda	427860	2095800
125	G.U. Malinalco	Malinalco	Trucha	Incub. Y Engorda	448860	2093400
126	Ex Hacienda de Chivandá	Ocuilan	Trucha	Engorda	455600	2094325
127	El Moano	Coatepec H	Trucha	Engorda	413700	2092300
128	La Paz	Villa Guerrero	Capa Trucha-Rana	Incubacion	431500	2088800

Con estos datos, se realizó la Carta de Unidades Piscícolas del Estado de México (Figura 10), la cual permite ubicar de manera gráfica estos registros.



Figura 10. Carta de Unidades Piscícolas del Estado de México

6. Comentarios finales

Dentro del Estado de México se llevan a cabo diversas actividades de producción, dentro de las que la acuicultura se destaca por su alta producción tanto rural como comercial. Los principales productores abocados a la acuicultura rural son campesinos, por lo cual esta actividad está enfocada esencialmente al autoconsumo y se puede considerar complementaria mediante la integración a sus principales fuentes de abasto que es la agricultura, por lo que los excedentes pueden ser objeto de trueque o de venta a escala local.

Sin embargo, debe señalarse que existen en forma nativa algunas especies como el charal, el acocil y la rana, que se conservan en algunos embalses y corrientes permanentes, por lo que la acuicultura tiene un gran potencial de diversificación, además de que se mejorarían las condiciones de las especies que se distribuyen de manera natural en la entidad.

En cuanto a la calidad de las granjas acuícolas, ésta podrá mejorarse a través de la complementación de la información aquí presentada como:

- Capacidad de las granjas.
- El espacio físico que tenga en la finca para esta actividad.
- Recursos humanos con los que se cuenta.
- Uso alterno de la tierra así como tenencia de la misma.
- La capacidad económica del piscicultor.
- La cantidad de agua que entre a los estanques.
- Capacidad de carga de los estanques.
- Equipo para alimentación, cosecha y transporte del producto.
- Costos de producción, de fertilización, alimentación, mano de obra, combustible, administración y comercialización.
- Seguimiento de las características fisicoquímicas del agua.

También se debe considerar que, en general, falta organización en esta actividad, por ejemplo debe darse la creación o impulso de asociaciones de acuicultores; vigilar que se practiquen técnicas profilácticas y sanitarias preventivas; hacer investigación de las líneas genéticas; dar a conocer a los acuicultores los reglamentos y leyes en tomo a este tipo de producción; realizar cursos de capacitación dirigidos al personal técnico, de apoyo y administrativos; hacer vinculación entre inversionistas, instituciones gubernamentales y acuicultores; realizar publicaciones y crear incentivos a la productividad, entre otros.

7. Literatura consultada

- Aguilar-Manjarrez, J. and L. G. Ross. 1995. Geographical information system (GIS) environmental models for aquaculture development in Sinaloa State, Mexico. *Aquaculture Internacional*, 3, 2:103-115.
- Aguilar, V. 2003. Aguas Continentales y Diversidad Biológica de México: Un recuento actual *Biodiversitas*, 8(48): 1-15. CONABIO, México.
- Avilés-Quevedo, S. y M. Vázquez-hurtado. 2005. Comisión de Pesca de la Cámara de Diputados. México.
- Bages, M. 1983. Manual de piscicultura para el medio rural. Libro No. 12. Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos, Xalapa, México.
- Ceballos Orozco, M. L. y M. A. Velásquez Escobar. 1988. Perfiles de la Alimentación de Peces y Crustáceos en los Centros y Unidades de Producción Acuicola en México. Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura: AQUILA/FAO. Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y el Caribe. Serie: Project reports. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB460S/AB460S00.HTM>
- Cifuentes L. J. L., P. Torres-García y M. Frías. 1997. El Océano y sus recursos. XI, Acuicultura. 2ª edición. El Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Cifuentes-Lemus, J. L. y F. G. Cupul-Magaña. 2002. Un vistazo a la historia de la pesca en México. Administración, legislación y esfuerzos para su investigación. México. *Ciencia Ergo Sum*, 9, 1:112-118.
- CONAPESCA-SAGARPA. 2004. Anuario-estadístico de pesca 2002. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México.

- Gobierno del Estado de México. 1994. Guía de interpretación acuícola. Gobierno del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México. 2000. Diagnóstico Ambiental del Estado de México. Secretaría de Ecología. Dirección General de Prevención y Control de la contaminación Atmosférica. México.
- Guzmán-Arroyo, M., S. Peniche-Camps y A. Valdés-Zepeda. 2003. La Cuenca del Río Lerma y el Lago de Chapala. En: Chapala... Una crisis programada. M. Guzmán-Arroyo (Comp.) PVEM, Cámara de Diputados, LVIII Legislatura, Universidad de Guadalajara, México.
- INEGI. 2001. Síntesis Geográfica del Estado de México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2002. Marco Geoespacial Municipal (MGM 2000, Segunda Versión). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Ley de Pesca. 2006. Comisión de Pesca. México.
- Martínez-Espinoza, M. 1999. La acuicultura rural en pequeña escala en el mundo. Red de Acuicultura Rural en Pequeña Escala. FAO-UCT.
- Martínez-Palacios, C. A. y L. G. Ross. 1994. Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana (*Cichlasoma urophthalmus*). SEP-CÓNACyT. México.
- Méndez-Sánchez, J. F., E. Soto-Galera, J. Paulo-Maya y M. A. Hernández-Hernández. 2002. Ictiofauna del Estado de México. Ciencia Ergo Sum. 9, 1:97-90.
- Pérez, O. M., T. C. Teller and L. G. Ross. 2003. Use of GIS-Based Models for Integrating and Developing Fish Cages within the Tourism Industry in Tenerife (Canary Islands). Coastal Management 31:355-366.

Pérez, O. M., T. C. Telfer and L. G. Ross. 2005. Geographical information system-based models offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife (Canary Islands). *Aquaculture Research*, 36:946-961

SAGARPA-FAO: 2005. Informe de la Evaluación para el Fortalecimiento del Instituto Nacional de la Pesca de México. Proyecto UTF/MEX/053/MEX.

SARH. 1993. Características de los Distrito de Desarrollo Rural de México. Coordinación General de Delegaciones. México. D. F.

SEDER. 2005. Gobierno del Estado de Nayarit. Secretaría de Desarrollo Rural (SEDER). Dirección de Pesca. Manual para el cultivo de rana toro (*Rana catesbeiana*).

Sheperd, J. y N. Bromage (Eds.) 1999. Piscicultura intensiva. Editorial ACRIBIA, S. A. España.

Salam, M. A., N. A. Khatun and M. M. Ali. 2005. Carp farming potencial in Barata Upadilla, Bangladest: a GIS methodological perspectiva. *Aquaculture*, 245, 1:75-87.

Soria-Ruiz, J., E. González-Hernández y M. A. Rivera Cedillo. 2003. Determinación del Uso Actual del Suelo del Estado de México. Informe de Resultados. INIFAP, México

Recursos en Internet

Producto Pesquero Nacional. <http://www.QUALFI.com.mx/pesquero.htm>
Julio 2006.

Elementos Básicos de la Acuicultura:

<http://www.fao.org/docrep/003/x7156s/x7156s02.htm>
Julio 2006

Acuicultura:

http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bit89.htm

Julio 2006.

Programa de acuicultura CIBNOR:

http://www.cibnor.mx/investigacion/programas/acuicultura/emeru_prog.php

Julio 2006.

Deposito de documentos de la FAO. Capacitación en acuicultura, México:

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AC596S/AC596S00.htm>

Julio 2006.

Edwards, M. 2000. Acuicultura, impactos en la pobreza y sustento. Número 56.

<http://www.rimisp.org/legacy/odi-rimisp/odi56final.html>

Panorama acuicola online

http://www.panoramaacuicola.com/noticia.php?art_clave=935

Julio 2006.

Piscicultura online

<http://www.geocities.com/santdo/piscicul.htm>

Julio 2006.

CREDITOS EDITORIALES

Folleto Informativo No. 1, Noviembre de 2006

La revisión y aprobación de esta publicación, estuvo a cargo del
Comité Editorial del Estado de México:

Presidente: M.C. Jorge Fajardo Guel
Secretario: Dr. Fernando Carrillo Anzures
Vocales: Dr. Jesús Soria Ruiz
Dr. Ramón M. Ríos Ibarra
Dr. Benjamín Zamudio González
Dra. Yolanda Salinas Moreno
M.C. Soledad Hernández Jabalera
Dra. Rosario Tovar Gómez

Revisión Técnica:

Dr. Octavio S. Magaña Torres
M.C. Ceferino Ortiz Trejo
Dr. Erasto Sotelo Ruiz
M.C. Enriqua Buendía Rodríguez

Supervisión Técnica:

Dr. Fernando Carrillo Anzures

Formación y Diseño:

Dr. Jesús Soria Ruiz

Esta publicación se terminó de imprimir en
Noviembre de 2006
Impresos y Servicios Gráficos Profesionales
Su tiraje consistió de 500 ejemplares.

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Ing. Francisco López Tostado
Subsecretario de Agricultura de la SAGARPA

Ing. Antonio Ruiz García
Subsecretario de Desarrollo Rural de la SAGARPA

Lic. Javier Ponco de León Andrade
Oficial mayor

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Edgar Rendón Poblete
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Dr. Sebastián Acosta Nuñez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

CP. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL CENTRO

Dr. Irineo Torres Pacheco
Director Regional de la Región Centro

Dr. Eduardo Espitia Rangel
Director de Investigación

CP. Manuel Ortega Vieyra
Director de Administración

M.C. Jorge Fajardo Guel
Director de Coordinación y Vinculación en el Estado de México